

TUGAS AKHIR

KARAKTERISTIK SIFAT FISIK DAN KIMIA *FLY ASH* PLTU BENGKAYANG TERHADAP SIFAT MEKANIK MORTAR

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana S-1

Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Lambung Mangkurat



Dibuat oleh:

Mukhammad Firdaus

NIM. 201081120025

Dosen Pembimbing Utama:

Wiku Adhiwicaksana Krasna, S.T.,M.Eng., Ph.D

NIP. 19860628 201212 1 002

Dosen Pembimbing Pendamping:

Dr.Eng Irfan Prasetya, S.T., M.T

NIP. 19851026 200812 1 001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

BANJARBARU

2025

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia *Fly Ash* PLTU Bengkayang Terhadap Sifat Mekanik Mortar

Oleh
Mukhammad Firdaus (2010811210025)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 9 Januari 2025 dan dinyatakan
LULUS

Komite Penguji :

Ketua : Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng
NIP. 197907232005012005

Anggota 1 : Ir. Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc Ph.D.
NIP. 199003062022032010

Pembimbing Utama : Wiku Adhiwicaksana Krasna, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 198606282012121002

Pembimbing : Dr.Eng Irfan Parsetia, S.T., M.T.

Pendamping NIP. 198510262008121001

Banjarbaru,

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,



Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 19740107 199802 1 001

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Sipil,

Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.
NIP. 19720826 199802 1 001

Karakteristik Sifat Fisik Dan Kimia *Fly Ash* PLTU Bengkayang Terhadap Sifat Mekanik Mortar

Mukhammad Firdaus¹, Wiku Adhiwicaksana Krasna², Irfan Prasetia³

Program Studi Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat

Jl.Jendral Achmad Yani Km 35.5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan -70714

E-mail : ¹firdausjrm@gmail.com; ²wakrasna@ulm.ac.id; ³iprasetia@ulm.ac.id

ABSTRAK

Fly ash merupakan residu pembakaran batu bara dari PLTU, memiliki sifat pozzolan yang dapat meningkatkan kekuatan mortar jika digunakan sebagai pengganti sebagian semen. Penelitian ini mengevaluasi karakteristik sifat fisik dan kimia *fly ash* Bengkayang terhadap sifat mekanik mortar dengan variasi proporsi *fly ash* (20%, 30%, 40%) dan faktor air semen (FAS 0,35, 0,40, 0,45). *Fly ash* Bengkayang memenuhi standar ASTM C618-23 untuk kelas F, dengan kandungan mineral utama hingga 78,23%. *Batch 2*, dengan kadar air lebih rendah dan *spesifik surface area* lebih tinggi, menunjukkan reaktivitas terbaik dalam pengujian. Hasil menunjukkan bahwa campuran *fly ash* 30% dengan FAS 0,40 memberikan kekuatan optimal, meningkat dari 16 MPa pada umur 7 hari menjadi 31 MPa pada umur 28 hari, dengan Strength Activity Index (SAI) tertinggi sebesar 135%. Faktor air semen juga memengaruhi kekuatan mortar, dengan FAS 0,40 sebagai kondisi paling ideal. Studi ini membuktikan bahwa *fly ash* Bengkayang, terutama pada proporsi 30%, berpotensi sebagai bahan pengganti semen yang efektif, mendukung inovasi material bangunan yang lebih kuat dan ramah lingkungan.

Kata Kunci : Mortar, *Fly Ash Bengkayang*, Faktor air Semen, SAI, XRD, XRF

Characteristics of the Physical and Chemical Properties of Bengkayang Power Plant Fly Ash on the Mechanical Properties of Mortar

Mukhammad Firdaus¹, Wiku Adhiwicaksana Krasna², Irfan Prasetia³

Program Studi Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat

Jl.Jendral Achmad Yani Km 35.5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan -70714

E-mail : ¹firdausjrm@gmail.com; ²wakrasna@ulm.ac.id; ³iprasetia@ulm.ac.id

ABSTRACT

Fly ash, a residue from coal combustion in power plants, possesses pozzolanic properties that can enhance mortar strength when used as a partial cement replacement. This study evaluates the physical and chemical characteristics of Bengkayang fly ash and its effects on the mechanical properties of mortar, with variations in fly ash proportions (20%, 30%, 40%) and water-cement ratios (WCR 0.35, 0.40, 0.45). Bengkayang fly ash meets the ASTM C618-23 standard for Class F, with primary mineral content reaching up to 78.23%. Batch 2, which has lower moisture content and higher specific surface area, exhibited the best reactivity in testing. The results show that a mixture containing 30% fly ash with a WCR of 0.40 achieved optimal strength, increasing from 16 MPa at 7 days to 31 MPa at 28 days, with the highest Strength Activity Index (SAI) of 135%. The water-cement ratio also significantly influenced mortar strength, with WCR 0.40 emerging as the most ideal condition. This study demonstrates that Bengkayang fly ash, particularly at a 30% proportion, has the potential to serve as an effective cement substitute, supporting the development of stronger, more durable, and environmentally friendly building materials.

Keywords : Mortar, Fly Ash Bengkayang, Water Cement Ratio, SAI, XRD, XRF.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, dengan mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “karakteristik sifat fisik dan kimia *fly ash* PLTU Bengkayang terhadap sifat mekanis mortar” ini dengan segala kekurangannya.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas bantuan dan bimbingannya dalam penyusunan tugas akhir ini, khususnya kepada:

1. Seluruh keluarga besar yang telah membantu dan mendukung saya.
2. Bapak Wiku Adhiwicaksana Krasna, S.T., M.Eng., Ph.D. dan bapak Dr.Eng Irfan Prasetya, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang membimbing saya dalam pengerjaan dan pelaksanaan tugas akhir ini.
3. Dosen Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah memberikan ilmunya kepada saya
4. Rekan-rekan instruktur Laboratorium Struktur dan Material Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah bersedia membantu tugas akhir.
5. Teman-teman yang telah membantu selama perkuliahan serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, terima kasih atas segala dukungannya selama ini.

Penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran serta masukan yang bersifat membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua dan tak lupa pula penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya apabila ada kesalahan dan kekurangan, akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Banjarbaru, 2024
Penulis,

Mukhammad Firdaus

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Batu Bara	4
2.2 <i>Fly Ash</i>	4
2.3 Semen Portland	6
2.4 Agregat Halus	6
2.5 Air	7
2.6 Mortar	7
2.7 SAI (<i>Strength Activity Index</i>)	8
2.8 Pengujian Properti Fisik <i>Fly Ash</i>	9
2.8.1 Kadar Air	9
2.8.2 Kehalusan Butir	9
2.8.3 Berat jenis	9
2.8.4 Waktu Pengikatan	10

2.9 Pengujian Properti Kimia Fly Ash.....	10
2.9.1 Uji XRD (<i>X-ray Diffraction</i>).....	10
2.9.2 Uji XRF (<i>X-Ray Fluorescence</i>).....	10
2.9.3 Uji LOI (<i>Loss on Ignition</i>).....	11
2.10 Pengujian Mortar.....	11
2.10.1 Uji Tekan.....	11
2.10.2 Uji FTIR (<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>).....	12
2.11 Data Outlier.....	12
2.12 Penelitian Terdahulu.....	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Diagram Alir.....	14
3.2 Waktu dan Tempat.....	15
3.3 Alat dan Bahan.....	16
3.3.1 Alat.....	16
3.3.2 Bahan.....	17
3.4 Pemeriksaan Bahan.....	17
3.5 Rancangan Percobaan.....	18
3.6 Pembuatan Benda Uji.....	21
3.7 Perawatan Benda Uji.....	21
3.8 Pengujian Kuat Tekan.....	21
3.9 Penarikan Kesimpulan.....	22
BAB IV Hasil dan Pembahasan.....	23
4.1 Pemeriksaan Bahan.....	23
4.1.1 Pemeriksaan Agregat Halus Pasir Barito.....	23

4.1.2 Pemeriksaan Semen Gersik.....	25
4.2 Pemeriksaan <i>Fly Ash</i> dan <i>Bottom Ash</i> Bengkayang	26
4.2.1 Karakteristik Fisik <i>Fly Ash</i> Bengkayang	26
4.2.2 Karakteristik Kimia <i>Fly Ash</i> Bengkayang	27
4.3 Analisis Sifat Mekanis <i>Fly Ash</i> Bengkayang	29
4.3.1 Hasil Pengujian Benda Uji Pada Umur 7 Hari.....	30
4.3.2 Hasil Pengujian Benda Uji Pada Umur 28 Hari.....	37
4.3.3 Evaluasi Hasil Uji Kuat Tekan Benda Uji.....	45
4.4 Hubungan Faktor Air Semen Dengan Kuat Tekan <i>Fly Ash</i>	48
4.5 Analisis Hasil Uji FTIR(<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>)	54
BAB V PENUTUP.....	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Persyaratan fisik <i>fly ash</i>	5
Tabel 2. 2 Komposisi kimia <i>fly ash</i>	6
Tabel 3.1 <i>Timeline</i>	16
Tabel 3. 2 Variabel Benda Uji Mortar	20
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Pasir Barito	23
Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Semen Gersik.....	25
Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Fisik <i>Fly Ash</i> Bengkayang (FAB)	26
Tabel 4.4 Hasil Pemeriksaan Kimia <i>Fly Ash</i> Bengkayang (FAB)	27
Tabel 4.7 Variabel Campuran Mortar.....	30
Tabel 4.8 Hasil Kuat Tekan Benda Uji C-0,48	30
Tabel 4.9 Hasil Kuat Tekan Benda Uji 1-0,35.....	31
Tabel 4.10 Hasil Kuat Tekan Benda Uji 1-0,40	32
Tabel 4.11 Hasil Kuat Tekan Benda Uji 1-0,45	32
Tabel 4.12 Hasil Kuat Tekan Benda Uji 2-0,35	33
Tabel 4.13 Hasil Kuat Tekan Benda Uji 2-0,40	34
Tabel 4.14 Hasil Kuat Tekan Benda Uji 2-0,45	34
Tabel 4.15 Hasil Kuat Tekan Benda Uji 3-0,35	35
Tabel 4.16 Hasil Kuat Tekan Benda Uji 3-0,40	36
Tabel 4.17 Hasil Kuat Tekan Benda Uji 3-0,45	37
Tabel 4.18 Hasil Kuat Tekan Benda Uji C-0,48	37
Tabel 4.19 Hasil Kuat Tekan Benda Uji 1-0,35	38
Tabel 4.20 Hasil Kuat Tekan Benda Uji 1-0,40	39
Tabel 4.21 Hasil Kuat Tekan Benda Uji 1-0,45	40

Tabel 4.22 Hasil Kuat Tekan Benda Uji 2-0,35	40
Tabel 4.23 Hasil Kuat Tekan Benda Uji 2-0,40	41
Tabel 4.24 Hasil Kuat Tekan Benda Uji 2-0,45	42
Tabel 4.25 Hasil Kuat Tekan Benda Uji 3-0,35	42
Tabel 4.26 Hasil Kuat Tekan Benda Uji 3-0,40	43
Tabel 4.27 Hasil Kuat Tekan Benda Uji 3-0,45	44
Tabel 4. 28 Hasil Kuat Tekan Rata Rata Mortar <i>Fly Ash</i> Bengkayang	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	14
Gambar 4.1 Gradasi Agregat Halus.....	24
Gambar 4.2 XRD <i>Fly Ash</i> Bengkayang <i>Batch</i> 1.....	28
Gambar 4.3 XRD <i>Fly Ash</i> Bengkayang <i>Batch</i> 2.....	28
Gambar 4.6 Kuat Tekan Mortar dengan <i>Fly Ash</i> Bengkayang.....	45
Gambar 4.7 Hasil <i>Strength Activity Indeks</i> mortar dengan <i>Fly Ash</i> Bengkayang	47
Gambar 4.8 Pengaruh <i>Fly Ash</i> Terhadap Kuat Tekan Mortar Ditinjau Dari FAS 0,35	48
Gambar 4.9 Pengaruh <i>Fly Ash</i> Terhadap Kuat Tekan Mortar Ditinjau Dari FAS 0,40	49
Gambar 4.10 Pengaruh <i>Fly Ash</i> Terhadap Kuat Tekan Mortar Ditinjau Dari FAS 0,45.....	50
Gambar 4.11 Pengaruh Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan Mortar Ditinjau Dari Penambahan FAB 20%.....	51
Gambar 4.12 Pengaruh Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan Mortar Ditinjau Dari Penambahan FAB 30%.....	52
Gambar 4.13 Pengaruh Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan Mortar Ditinjau Dari Penambahan FAB 40%.....	53
Gambar 4.14 Hasil Gabungan FTIR <i>Fly Ash</i> Bengkayang 7 Hari.....	54
Gambar 4.15 Hasil Gabungan FTIR <i>Fly Ash</i> Bengkayang 28 Hari.....	55